

福德岡ノ場火山 2021 年噴火と軽石の漂流

及川 輝樹¹⁾・石塚 治¹⁾・鈴木 克明²⁾・草野 有紀¹⁾・岩橋 くるみ¹⁾・
池上 郁彦¹⁾・Christopher Conway¹⁾・山崎 誠子¹⁾・東宮 昭彦¹⁾

1. はじめに

2021 年 8 月 13～15 日、東京都心から南に約 1,300 km、小笠原諸島の硫黄島の南方約 60 km に位置する海底火山である福德岡ノ場火山から(第 1 図)、高い噴煙を立ち上げ多量の軽石を噴出する大規模な噴火が発生しました(写真 1)。この噴火で発生した多量の軽石は、海流に乗り約 2 ヶ月をかけて 1,300 km ほど離れた南西諸島に漂着し始めました。

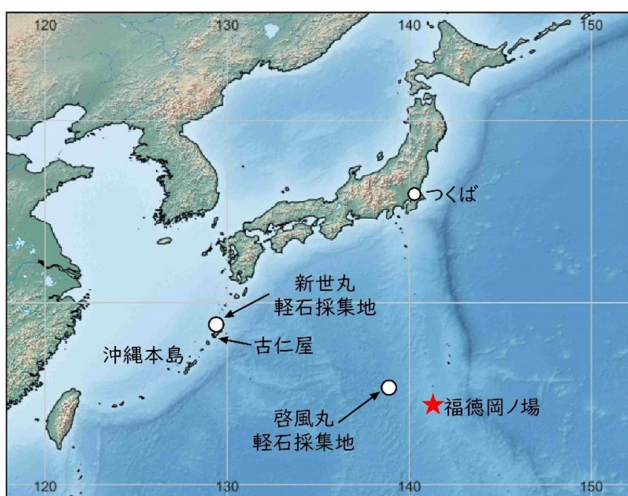
産総研地質調査総合センター(GSJ)では、この福德岡ノ場で発生した噴火現象の研究とあわせて、南西諸島に漂着した軽石についての現地調査も行っています。本稿では、調査結果などをGSJのウェブサイトにもまとめた情報を基に紹介します。

2. 2021 年噴火

福德岡ノ場は、1904、1914、1986、1992、2005、2010 年に噴火した記録が残る活発な海底火山です。今回の噴火は、気象衛星ひまわり 8 号の映像から、2021 年 8 月 13 日

5 時 57 分頃から発生したことがわかりました。この噴火のクライマックスは 8 月 13 日 13 時 20 分～19 時 50 分の間で、16～19 km ほどの高さまで噴煙を上昇させ(写真 1)、その噴煙は 320 km 離れた小笠原諸島父島からも視認できました。その後、連続的な噴火を挟みながら徐々に間欠的な噴火に移行し、15 日 15 時 55 分の噴火を最後に気象衛星ひまわりからは噴火を確認することができなくなりました。この一連の噴火は、火山爆発指数(VEI)が 4 の噴火であり、噴煙高度と噴出率の関係の経験式(Mastin *et al.*, 2009)を使用して単純に総噴出量を求めると約 1～5 億 m³(溶岩換算)と推定されました(及川ほか, 2021)。これらの値から、明治以降に発生した日本列島における噴火の中では最大クラスの噴火と考えられます。

この噴火により、火口近傍に厚く堆積した噴出物により



第 1 図 福德岡ノ場と漂着軽石の調査位置。



写真 1 福德岡ノ場 2021 年噴火の噴煙。

8 月 13 日 18 時頃、硫黄島より撮影。海上自衛隊第 21 航空群提供。

1) 産総研 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門

2) 産総研 地質調査総合センター 地質情報研究部門

キーワード：福德岡ノ場、軽石いかだ、粗面岩、噴火、海底火山、災害



写真2 奄美大島北西海上の軽石いかだ。
軽石が濃集している部分の幅は広くて7～8m程度である。



写真3 船を軽石いかだに寄せた状態。
数cm程度の比較的大きい軽石と数mmサイズの細かい軽石からなる。

新島が形成されたほか、多量の軽石が火山の周辺の海面を埋め尽くしました。海面を埋め尽くした軽石の集まり(軽石いかだ)は、海流によって引き延ばされながら西に移動し、10月4日には沖縄県の北大東島・南大東島、10月10日には奄美群島喜界島、10月11日には奄美大島、10月13～14日には沖縄本島や久米島、鹿児島県与論島と、大東諸島や南西諸島に次々と漂着しました。このような多量の軽石の漂流は、日本列島においては久々ですが、地球全体では10～数年に1回程度の頻度で発生しています(Bryan *et al.*, 2012)。

3. 南西諸島に漂着した軽石

沖縄本島に軽石が漂着し始めた2021年10月18～19



写真4 2021年10月18日午後の沖縄県今帰仁村ウツパマビーチに漂着した軽石いかだ。
約1,300km離れた福徳岡ノ場からおよそ2ヶ月かけて漂着した。

日と、多量に漂着し始めた後の10月28～30日に、沖縄本島の本部半島や北部国頭村などの山原地域における漂着軽石の状況の現地調査を行いました。また2021年10月14日には、作業船「新世丸」によるトカラ列島地域での調査航海に乗船中であった石塚が奄美大島北西海上で軽石いかだに遭遇しました(写真2)。遭遇した軽石いかだは東北東～西南西方向に連なり、軽石が濃集している部分である「いかだ」の幅は広くて7～8m程度でした(写真3)。

2021年10月18～19日に行った沖縄本島での調査では、本部半島の北部や国頭村の東部の海岸には漂着した軽石が厚く堆積していましたが、その沖合にも複数の比較的小さな軽石いかだに着岸しつつあるのが観察できました(写真4)。また、海面下の水中を漂う軽石も少なからず認められました。浜辺に打ち寄せられた軽石を引き潮の時に観察すると、前浜のバーム上に高潮位時に打ち上げられたものが厚く堆積し、それより海側は薄く、波打ち際で再び厚くなるといった分布をしています(写真5)。漂着した軽石の多くは、長径3mm～3cm程度のものがほとんどですが、10cmを超えるようなものも含まれています。なお、沖縄本島に漂着した最大の軽石は、大宜味村喜如嘉海岸で採取された約43×36×32cmの大きさのもので、これは沖縄県立美術館・博物館に収蔵されています。

10月28～30日にかけても沖縄本島で再び漂着軽石の調査を行いました。行き帰りの飛行機からも沖縄本島周辺に多数の軽石いかだを観察できました(写真6)。調査の結果、隣接した地域でも、海岸の地形や風・海流などが組み合わせ、多くの軽石が漂着している海岸とそうでない場所に分かれることを確認しました(写真7)。さらに、自然の海岸などについた軽石は、潮の満ち引きや風・海流な



写真5 高潮位時に打ちあげられた軽石が厚く堆積している。
沖縄県国頭村伊部海岸 (10月19日)。



写真6 航空機から望む沖縄本島南部の軽石いかだ (10月28日)。
ベージュ色の筋が軽石いかだ。沖縄本島の周辺海上には多数の軽石いかだの漂流が認められた。

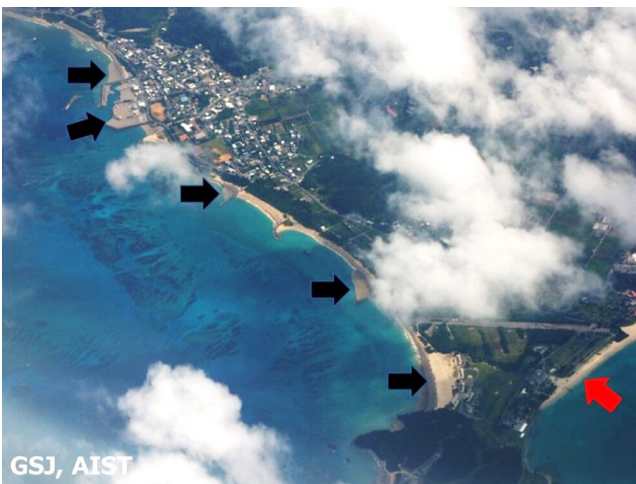


写真7 航空機から見た国頭村辺土名漁港 (左上) から奥間ビーチ (右下) の海岸 (10月28日)。
隣接した地域でも、海岸に漂着している軽石の量は大きく異なる。黒矢印で示した海岸には多量の軽石が漂着しており灰色になっているが、赤矢印の海岸にはそれほど多く漂着していない。海岸の地形や風・海流などが組み合わさって、多くの軽石が漂着している海岸とそうでない場所に分かれる。

の時点で漁船の運行の停止やフェリーの運休、養殖業への影響(養殖魚の死亡や管理のための出航ができない)などが発生しています。沖縄県によりますと2022年1月の時点で、フェリー運行に支障が出た港湾は、仲田港(伊是名村)、内花港(伊是名村)、運天港上運天地区(今帰仁村)、水納港(本部町)、徳仁港(南城市)、渡嘉敷港(渡嘉敷村)、本部港本部地区(本部町)、本部港渡久地地区(本部町)などとなります。また2022年1月6日時点では、軽石を原因とするエンジントラブルが発生した漁船が175艘となり、出漁の自粛は696艘で全体の漁船の23%となるそうです。このように、この原稿を書いている1月初旬の時点でもその被害は続いています。また報道によると沖縄県内の自治体が1月4日までに漁港や港湾で回収した軽石の総量が21,652 m³、鹿児島県側の南西諸島の港湾などに漂着した軽石は1月5日時点で17,392 m³となります。量が多いため、捨て場の確保の問題なども発生しています。

4. 海面下を漂流する軽石

どの変化で、漂着する量が毎日大きく変化する(写真8)一方、港湾内に一旦滞留した軽石は、なかなか出ていかず比較的变化が少ないことがわかりました(写真9)。なお港湾に滞留している軽石の厚さは、約10~20cmほどでした。この値は港湾内などに浮遊する軽石の体積を計算する際に目安になります。

多量の軽石が沿岸に漂着すると、冷却水の取り入れ口が目詰まりや機械のオーバーヒートの発生、船体・機械部の摩耗、港の閉塞、浅層の海水を冷却に利用している工業への影響などが発生します。実際すでに南西諸島では、10月

海面上に多量に軽石が漂ってなくても、海面下にそれなりの軽石が漂流していることもわかりました。2021年11月7~11日の間、鈴木が東海大学海洋調査研修船「望星丸」によるトカラ列島地域の海域地質に関する調査航海乗船中、奄美大島の瀬戸内町古仁屋港沖にて海面下を漂流している軽石を回収しました。この際海面上に明瞭な軽石いかだは視認されていません。そのため、軽石は海面上を浮遊していたのではなく、海面下を漂流していたことを示します。



写真8 10月19日と10月28日の大宜味村大兼久の海岸。
10月19日より28日のほうが、漂着した軽石の量が増えている。しかし、地元の人への聞き込みによると、自然の海岸などに漂着する軽石の量は、潮の満ち引きや風・海流などで、毎日大きく変化するようだ。



写真9 沖縄県国頭村辺土名漁港(左)と国頭村奥漁港(右)内の海面を覆う軽石。
自然の海岸と異なり、港湾内に一旦滞留した軽石はなかなか出ていかない。
港湾内に浮遊している軽石の厚さを計測したところ、約10～20cmであった。

回収した軽石は、①古仁屋港沖にて停船中に船尾からプランクトンネット(網の目は0.33mm)を係留し(写真10)、概ね海面下1m程度までに漂流していたもの(写真11)、②船底に設置されている研究用海水取水口に取り付けられたストレーナにたまっていたもの(写真12)です。

このように海面に軽石が認められなくとも、海面下を漂流している場合がありますので、海水を冷却水として使用している船舶はオーバーヒートの危険があります。特に多量の軽石の漂流が続いている海域では、軽石いかだが海面に認められなくとも船舶を運行する際には注意が必要です。

5. 漂流軽石の形態や組成

福德岡ノ場の2021年8月13日から始まった噴火は、噴火開始直後から多量の軽石いかだを生産したことが衛星などから確認されましたが、絶海の地での噴火であったた



写真10 古仁屋港沖でのプランクトンネットによる試料採取の様子。海面に軽石は見られない。



写真 11 写真 10 に示したプランクトンネットにより回収された軽石.



写真 12 11 月 7 日に望星丸船底の研究用海水取水口ストレーナから回収された軽石.
取水口は海面下約 5 m までの海水を採取している. 中之島周辺から奄美大島へ航行中に取り込まれたものと考えられる.

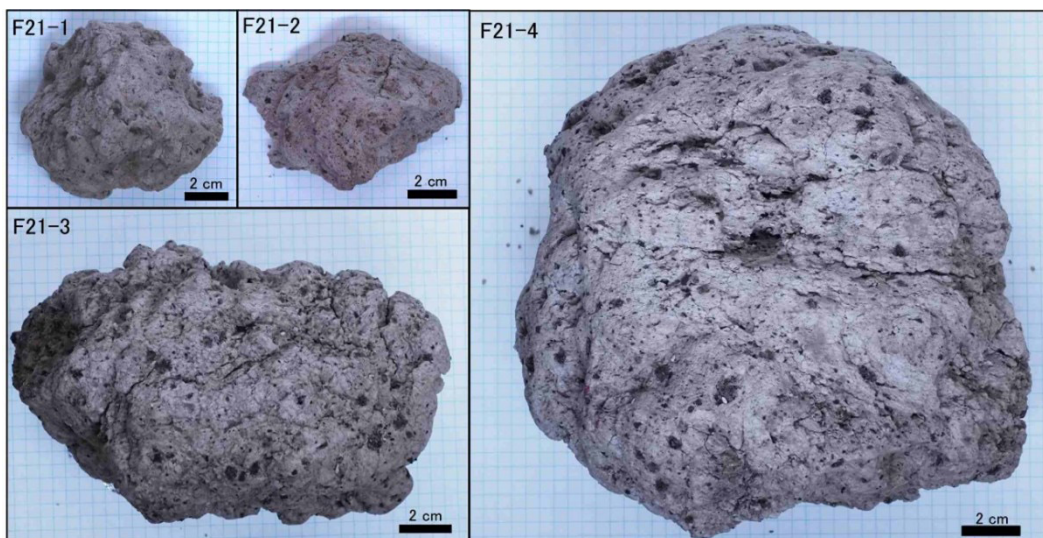


写真 13 気象庁の海洋気象観測船「啓風丸」により採取された軽石.

め、その軽石をすぐに手に入れることはできませんでした。しかし噴火からわずか 9 日後の 8 月 22 日、気象庁の海洋気象観測船「啓風丸」が 25°30.3' N, 138°53.3' E 付近で遭遇した軽石いだから採取した軽石を分けていただき、観察・分析することができました。採取した軽石は、明灰色～灰色の軽石で、外形は一部破壊されているものの、ほとんど破壊や摩滅していない部分もあるものでした(写真 13)。良く発泡し、斑晶は少ないものの、斜長石、単斜輝石、かんらん石などの斑晶を含みます。また数 mm 程度の大きさの複数の斑晶(主に斜長石)と黒色のガラスが集合した黒い粒子が普遍的に含まれています。軽石の形状は、円磨度

は垂円程度で、表面は平滑でなく、もこもことした凹凸のある形状をなし、凹んだ部分に沿って網目状にクラックが発達する形状をなし、気泡径は外側が細かく内側が大きいといった特徴を示しています。また軽石の最外縁がガラス質になっているものも、わずかに認められました。このような特徴は、Jutzeler *et al.* (2020) が記載した水底噴火で生産された軽石いだからを構成する水冷した軽石の特徴と一致します。一方 2021 年 10 月 14 日に奄美大島北西方で遭遇した軽石いだから採取された試料は、啓風丸試料に比べて円磨されたものが多かったですが、一部噴出時の表面の形態を維持しているものも認められます(写真 14)。

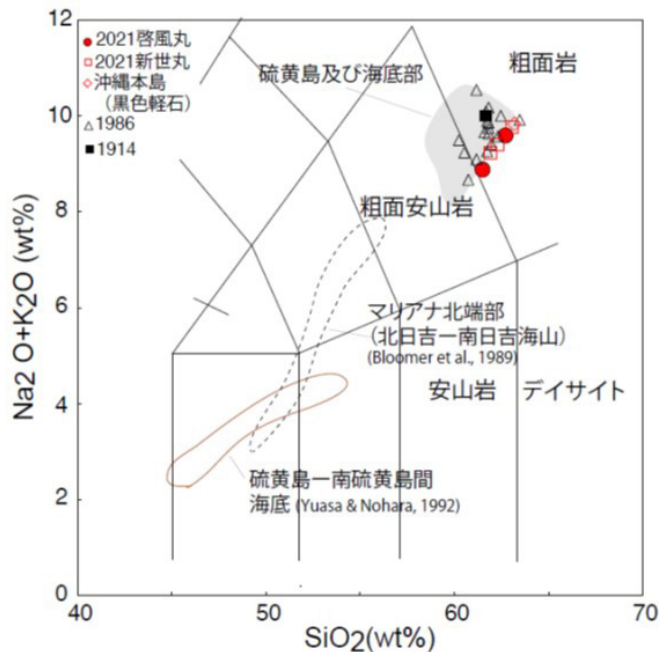
また、奄美大島や沖縄本島の海岸に漂着した軽石は、もとの形から壊れたものが多いですが、壊れる前に外側であったと考えられる部分がガラス質の黒曜岩様となっているものも比較的多く認められました。さらに黒色の軽石やそれが明灰色～灰色のものと同化したものも認められました。

これらの軽石に対して蛍光 X 線分析 (XRF) による全岩化学組成の測定を行ったところ、 SiO_2 含有量 61.5 ~ 62.8

wt.%, $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 含有量 8.9 ~ 9.6 wt.% (無水, 100% で再計算) となり、粗面岩 (トラカイト) の組成を示しました (第 2 図)。さらに色の違いによる組成の違いの有無を検討するために、沖縄本島に漂着した黒色の軽石 1 個についても測定を行ったところ、 SiO_2 含有量 63.2 wt.%, $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 含有量 9.74 wt.% となり、色による顕著な組成の違いは現段階では認められませんでした。今回噴出した軽石試料は、



写真 14 新世丸で奄美大島北海上の軽石いから、網で船上に引き上げた軽石。円磨されているものが目立つが一部噴出時の表面の形態を維持しているものもみられる。



第 2 図 福徳岡ノ場の軽石の組成。
2021 年の値は今回測定。1986 年, 1914 年の値は加藤 (1988), 中野・川辺 (1992), 小坂ほか (1990), 脇水 (1920), 吉田ほか (1987) より。岩石分類は, Le Bas *et al.* (1986) による。

1986 年噴火などの過去の福岡ノ場の噴出物とほぼ同じ組成であることから、今回の活動も以前と同様のマグマが活動したと考えられます。

6. 福岡ノ場からの軽石の見分け方

軽石が今回ほどの規模で日本列島に漂着したのは 1924 年の西表島北北東海底火山の噴火以来と考えられます。1924 年の噴火では、1 年ほどかけて沖縄から北海道まで

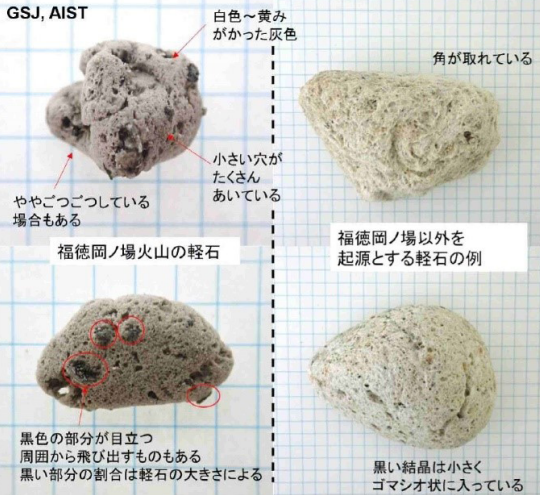
軽石が漂着したことが知られていますので(関, 1927)、今回の軽石も、時間をかけて各地の海岸に漂着するでしょう。

実際、10 月以降、主に沖縄県をはじめとする南西諸島に流れ着いた軽石は、11 月に入ってから伊豆七島など関東近海でも確認され、12 月や 2022 年 1 月には室戸半島や潮岬でも確認されるようになってきました。ただし、海岸で見られる軽石には、福岡ノ場以外から流れ着いたものもあります。福岡ノ場からの軽石は黒い特徴的な粒子が含

福岡ノ場を起源とする軽石の特徴

1. 見た目
色は主に白色～黄みがかった灰色です(写真1, 2, 3)。中には、濃い灰色の縞が入ったものや、少数ですが黒色のものもあります(写真3)。径1～5 mm程度の黒い部分(写真1左下、写真2下)が目立つのが特徴であり、チョコチップクッキーのような外見です。海岸で見つかる他の軽石(写真1右側)と比較すると、ややごつごつしているものもあります。

GSJ, AIST



白色～黄みがかった灰色

角が取れている

小さい穴(気孔)の拡大

ややごつごつしている場合もある

小さい穴がたくさんあいている

福岡ノ場火山の軽石

福岡ノ場以外を起源とする軽石の例

断面によって形状と大きさは様々引き伸ばされているものもある

黒色の部分が目立つ周囲から飛び出すものもある黒い部分の割合は軽石の大きさによる

黒い結晶は小さくゴマシオ状に入っている

断面によって形状と大きさは様々引き伸ばされているものもある

黒色部分の拡大

径1～5 mm 結晶(斜長石・輝石等)と褐色ガラスの集合物

GSJ, AIST

↑写真1 沖縄県国頭村伊部海岸で採取された福岡ノ場2021年噴火による軽石と、福岡ノ場以外を起源とする軽石。福岡ノ場以外を起源とする軽石(起源は不明)は、関東地方の海岸(茨城県大竹海岸)で普段から見られる。背景の方眼は5 mm。

↑写真2 福岡ノ場2021年軽石の拡大写真。表面の小さい穴(気孔)の形状は大小様々で、断面によっては大きく見えるものや、引き伸ばされているものもある。黒色部分の大きさは径1～5 mmで、結晶(顕微鏡で見ると斜長石・輝石・不透明鉱物など)と褐色ガラスが集まって形成されている。背景の方眼は5 mm。

軽石のバリエーション

表面が摩耗して角が取れたもの	濃い灰色のもの
穴の断面がよく見えるもの	縞状のもの
黒色の部分を取り込まれたもの	

GSJ, AIST

2. 重量
沖縄県に漂着した軽石の多くは、径4 cmより小さいです。漂流している間に壊れたり摩滅したりするため、関東近海ではもう少し小さい径の軽石が見つかる可能性が高いです。今回の軽石は小さな穴がたくさんあいたガラス質の岩石で、1粒1粒はスポンジのような軽さです。

3. 最近多量に流れ着いた
軽石は帯状にまとめて海を漂流しています。一定の量のごく短期間に流れ着いた、海岸沿いに連続して追跡できる、ということも判別のポイントです。
なお、今回の軽石と福岡ノ場火山の1986年噴火の軽石とは、肉眼観察でも全岩化学組成においても似ているため、両者の区別は困難です。

第3図 福岡ノ場からの軽石の特徴。

まれることなどから、他の軽石と肉眼でも容易に区別ができます。そこで、岩石種の判定に詳しくない方でも簡易的に確認できるよう、3つの特徴を第3図のようにまとめ、GSJのウェブサイトにも掲載しています (<https://www.gsj.jp/hazards/volcano/fukutokuokanoba/2021/pumice2.html> 閲覧日: 2022年1月18日)。軽石は海岸で木や竹などが多く打ちあがっている場所でよく見つかります。近くの海岸で軽石を拾った時には、第3図の特徴を基に福岡ノ場からの軽石かを調べてみてください。

文 献

- Bloomer, S. H., Stern, R. J., Fisk, E. and Geschwind, C. H. (1989) Shoshonitic volcanism in the northern Mariana arc 1. mineralogic and major and trace element characteristics. *Journal of Geophysical Research*, **94**(B4), 4469-4496.
- Bryan, S. E., Cook, A. G., Evans, J. P., Hebden, K., Hurrey, L., Colls, P., Jell, J. S., Weatherley, D. and Firn, J. (2012) Rapid, long-distance dispersal by pumice rafting. *PLOS ONE*, **7**, e40583.
- Jutzeler, M., Marsh, R., van Seville, E., Mittal, T., Carey, R. J., Fauria, K. E., Manga, M. and McPhie, J. (2020) Ongoing dispersal of the 7 August 2019 pumice raft from the Tonga arc in the southwestern Pacific Ocean. *Geophysical Research Letters*, **47**, e1701121.
- 加藤祐三 (1988) 福岡ノ場から琉球列島に漂着した灰色軽石. *火山*, **33**, 21-30.
- Le Bas, M. J., Le Maitre, R. W., Streckeisen, A. and Zanettin, B. (1986) A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *Journal of Petrology*, **27**, 745-750.
- Mastin, L. G., Guffanti, M., Servranckx, R., Webley, P., Barsotti, S., Dean, K., Durant, A., Ewert, J. W., Neri, A., Rose, W. I., Schneider, D., Siebert, L., Stunder, B., Swanson, G., Tupper, A., Volentik, A. and Waythomas, C. F. (2009) A multidisciplinary effort to assign realistic source parameters to models of volcanic ash-cloud transport and dispersion during eruptions. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **186**, 10-21.
- 中野 俊・川辺禎久 (1992) 1991年, 琉球列島西表島に漂着した軽石. *火山*, **37**, 95-98.
- 及川輝樹・柳澤宏彰・池上郁彦・石塚 治・水落裕樹・東宮昭彦・森田雅明・中野 俊・川口亮平・中村政道 (2021) 小笠原諸島, 福岡ノ場における2021年8月の噴火. *日本火山学会予稿集*, 120-120.
- 小坂丈予・松田鉦二・平林順一・土出昌一 (1990) 南方諸島海域の海底火山活動に伴って噴出した岩石の化学成分. *火山*, **35**, 57-61.
- 関 和男 (1927) 軽石の漂流に就て. *海洋気象台彙報*, 10号, 1-40.
- 脇水鉄五郎 (1920) 大正三年噴出新硫黄島の消失の経路. *東洋学芸雑誌*, **37**, 257-268.
- 吉田武義・藤原秀一・石井輝秋・青木謙一郎 (1987) 伊豆・小笠原弧, 福岡ノ場海底火山の地球化学的研究. *東北大学核理研研究報告*, **20**, 202-215.
- Yuasa, M. and Nohara, M. (1992) Petrographic and geochemical along-arc variations of volcanic rocks on the volcanic front of the Izu-Ogasawara (Bonin) Arc. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, **43**, 421-456.

OIKAWA Teruki, ISHIZUKA Osamu, SUZUKI Yoshiaki, KUSANO Yuki, IWAHASHI Kurumi, IKEGAMI Fumihiko, Christopher CONWAY, YAMASAKI Seiko and TOMIYA Akihiko (2022) Pumice rafts from the 2021 eruption of Fukutoku-Oka-no-Ba submarine volcano.

(受付: 2022年1月18日)